

ものづくりワークショップの実践的研究 (X)

—物理的要因を組み込んだワークショップ展開 1—

渋谷 寿・吉川 直志

A Practical Study on the Craft Activities Workshop (X)

—A Toy-making & playing Workshop Incorporating Physical Phenomena concepts 1—

Hisashi SHIBUYA and Tadashi YOSHIKAWA

緒言

従来から、ヒノキ材と種々の道具を使用した「玩具づくりワークショップ」の実践的研究が続いているが、2012年度より、新たに物理的要因を組み込んだ複合的ワークショップ実践の内容・意義・可能性について検討を始めている。前報¹⁾では、2011年12月11日以降2012年8月9日までに実施した合計5回の玩具づくりワークショップについての概要・検証結果について報告した。本論では、2012年12月16日~2013年8月10日までに、子ども・高齢者・一般の大人を対象として実践した合計5回の玩具づくりワークショップ概要・検証結果及び物理的要因を組み込んだ複合的ワークショップ実践の展開内容・検証を報告する。なお、最初の2件は物理的要因を含まないワークショップの概要報告である。

2012~2013年実施の5回のワークショップ実践概要・検証

1. 名古屋市瑞穂児童館クリスマスイベント（第4回児童館は遊びの発信地 クリスマスを皆でたのしもう！）

主催：名古屋市瑞穂児童館・名古屋女子大学総合科学研究所

テーマ：クリスマスのオーナメントをつくろう

内容：幼児・小学生を対象に、クリスマスにちなんだ木のオーナメントをつくるワークショップ（協同）

日時・参加人数：2012年12月16日、約60名

活動時間：10時~15時

場所：名古屋市瑞穂児童館

概要：

名古屋女子大学児童教育学科、美術表現研究ゼミナールと造形ゼミナールが協同で、小学生・幼児と保護者を対象として、クリスマスのオーナメントづくりを実践した。造形ゼミナールが担当した木のオーナメントづくりでは、ヒノキ材を使用して、クリスマスにちなんだトナカイ（図1）、クリスマスツリー、星、を選択して制作できるように設定した。玩具デザイン・サンプル制作及び制作指導を造形ゼミナール



図1 トナカイのオーナメント



図2 独自のヒーローとツリー

学生が担当し、安全性を考慮して、主として鋏でのフェルトの加工、ボンドでの飾りとなる木材の接着及び着色という行程で完成させた。クリスマスオーナメントの設定としたが、完成した作品を首飾りにして楽しんだり、TVのヒーローをテーマとするなど創造的な興味深い活動（図2）が引き出した。

2. 名古屋女子大学総合科学研究所「開かれた地域貢献事業」名古屋 市瑞穂保健所共催事業、平成24年度認知症・うつ予防教室

主催：瑞穂保健所・名古屋女子大学総合科学研究所

テーマ：香りの良いヒノキを使った簡単な工作

内容：65歳以上の高齢者を対象としたヒノキの写真立て制作

日時・参加人数：2013年2月15日、65歳以上の高齢者21名

活動時間：13時30分～15時30分、2時間

場所：名古屋女子大学沙路学舎本館406教室

概要：

例年、高齢者を対象としたものづくりワークショップとして、ヒノキの温かさや香りが伝わるように実用的な要素を重視してテーマを考え実践を重ねてきたが、今回は、高齢者の思い出の写真や絵を飾る写真立てをデザインした。縦横を自由に使えるように支える構造をデザインし、飾り付けを自由に行い完成させる計画とした（図3）。補助として参加した造形ゼミナール3年生の学生は、うまく制作補助や会話に参加して大きな役割を果たしていた。

今回は写真立てをテーマとしたことで、参加者に持参してもらった写真や絵に思い入れがあり、全員が創造的で個性的な作品を完成させた。特に発表会（図4）では、参加者が工夫したところを紹介しあい楽しい交流会になり意義深かった。



図3 写真立ての飾り付け



図4 作品発表

3. 平成24年度児童教育学科教育特色化推進計画「親・子ではてな？」第5回「ピタゴラはてな？」（共同）

テーマ：物理的な法則や秩序に基づき遊ぶ玩具（重心・回転・調整）を親子で考えて制作する実践。

内容：「動物コロリン」（2本のレールを開いたり閉じたりして、動物の顔を描いた2個の円錐の底を合わせたコマを左右に転がす、ヒノキのオリジナル玩具）（名古屋女子大学児童教育学科造形ゼミナール、算数はてなゼミナール3年生協力、物理ゼミナール吉川直志講師協力）

日時・参加人数：2013年1月22日、子ども20名、保護者20名、合計40名、13時30分～16時30分、3時間

場所：名古屋女子大学天白学舎4号館造形教室

概要：

名古屋女子大学児童教育学科造形・算数はてなゼミナール学生及び物理ゼミナール指導教員を加えて3名（渋谷寿・宇野民幸・吉川直志）が共同で、親子を対象として科学玩具づくり実践を行った。これは、造形領域と数学領域という専門が異なる2ゼミが協力して実践する5度目の試みとなると共に物理領域の教員が加わる3度目の実践となった。

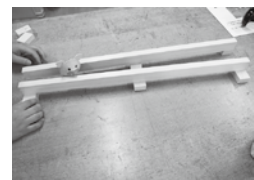


図5 動物コロリン
サンプル

今回は前年度の、「形の対称性」と「回転、遠心力、慣性、重力」の複合的な要素の中で、特に「重心の移動」と「操作」に着目した。すなわち、図5の様に、2本のレールを両手で開いたり、閉じたりする操作を行うことで、レール上に置いた円錐の底部を合わせた形（動物の顔）のコマを左右に転がす玩具をデザインしてワークショップを実践した。今年度は、制作後に数学的解析と物理的解析のワークショップを加え、昨年度より更に大きな複合的教育効果を目指した。

制作するものは、筆者が以前にデザインした大型の「坂を上る回転立体」を基にリ・デザインを行い、特に動物が転がるという有機的な造形的要素や、それに相応しい情景をイメージして装飾可能な造形ワークショップの設定を考えた。(図6～図17)。

本企画は親子参加型ワークショップであり、今回は、親が子どもの作業に手を出しすぎる場合があるという問題を想定して親子それぞれが作品をつくる設定としていたが、今回は親子で1セットを制作することとして、親子の協力を促すことにした。親が子どもの行為を見守る等教育的に子どもに関わる姿を見ることができた。造形部分ワークショップでは、参加者それぞれが木工を充分楽しむと共に有機的な動物や、草原、樹木等の装飾を加えた作品を制作し、活動として創造的な展開が引き出せたと考える。



図6 試作品による導入



図7 坂を上る回転立体
(オリジナル作品)



図8 鋸での切断



図9 クリックドリルの使用



図10 ドライバーで
レールを可動に



図11 飾りパーツの選択



図12 レール部の飾り付け



図13 動物の顔(コマ)制作



図14 完成後の試運転



図15 物理的解析ワークショップ



図16 円錐に関する数学
ワークショップ



図17 作品発表会

動物コロリン（円錐ゴマ）玩具における物理的考察：

ここで、本玩具（動物コロリン）における物理的考察を行っておく。

玩具を制作した後、自分でレールを動かして、コマを転がして遊び始めると、不思議な感覚に陥ることになる。重力の中で暮らしている私たちの感覚では、物体は高いところから低いところへと転がり、転がるほど速度を増す。また、大きな速度を持つものは坂を駆け上がり、上るほど速度は落ちていずれ止まる。私たちは、重力による位置エネルギーと速度が持つ運動エネルギー間の保存則を経験から知っており、その経験に基づいて物体の動きを予想するが、この

玩具でのコマの動きは、自分で操作しているにも関わらず、予想と反する動きを繰り返す。そのため、転がせば転がすほど不思議な感覚を覚え、こどもたちは夢中で操作することになる。

円錐コマの運動で不思議さを感じる点は二つある。一つは、下り坂でもなく、逆に上っていてもコマは転がって動くこと。もう一つは、転がり進めば進むほど、コマの速さはゆっくりになるが、レールの幅を狭めるとコマは急加速して進むという動きである。円錐を二つ貼り合わせたコマは、レールの幅によって、レール上のコマの重心の高さは異なる。図18のように、円錐部分の底面の円の半径を a 、高さを h として、その円錐の底面を貼り付けてコマにする。

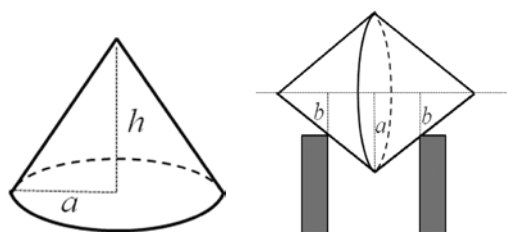


図18 円錐とレール上の円錐コマ

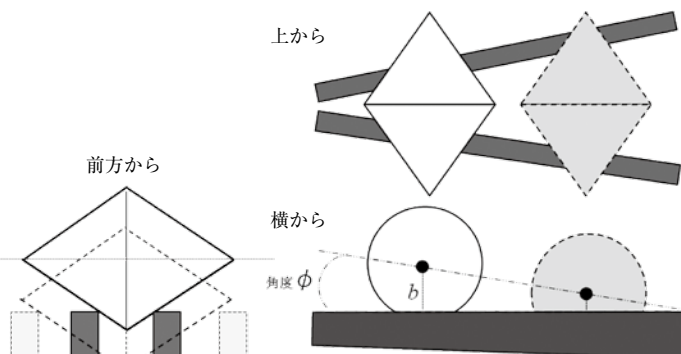


図19 2本のレール上の円錐コマ

このコマを2本のレール上に置き、コマの回転軸とレールと接する位置までの距離を b とし、回転軸（重心）の移動方向とレール（水平線）の角度を ϕ とする。図19のように、レールの幅が狭ければ重心位置は高く、幅を広げれば、コマの重心位置は低くなる。このことから、重力によるコマの重心移動によって、レールの幅の狭い方から広い方へ転がり進む。見た目、レールが上っているように見えたとしても、物理法則である物体の重心は必ず高い所から低い所へと移動するという点と合っている。私たちが知る斜面を転がる運動と異なり、下り坂が存在しないために、あたかも物理法則に反する運動をしているような錯覚を感じる。コマの動きに不思議さを感じる理由の一つはこの点にある。

コマの動き方を、運動方程式を使って考えてみる。円錐コマの重さを M とすると、その慣性モーメント I （回転しにくさ）は $3Ma^2/10$ となり、コマの移動速度を v 、回転の角速度（回転中心回りの回転の速さ） ω とすると、コマの進行方向への運動では、コマの加速度は

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\sin \phi}{3a^2 + 10b^2} [10b^2g - 3a^2b\omega^2] \quad , \quad (1)$$

と表される。ここで g は重力加速度を表す。この加速度の式より、1項目は重力での加速、2項目はコマの回転 ω が増せば増すほど加速なくなり、いずれ減速していくことを示す。つまり、重力による落下運動がコマの回転へと変わり、全てのエネルギーが回転エネルギーへと変わっていく。この玩具では、位置エネルギーと運動エネルギーに加え、回転エネルギーの3つのエネルギー間の保存則を体験する。3つのエネルギーでの保存則は、

$$Mgb + \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \text{一定} \quad , \quad (2)$$

と表せ、保存則に従って、高さ**b**の位置エネルギーから速度**v**と回転 ω へと移り変っていく。コマは重心移動でレール幅の広い方へ転がるが、レールにコマが接するところは円錐の先の方へと移り、**b**が小さくなると、それに伴い、コマが1回転で進む距離（円錐断面の円周の長さ $2\pi b$ ）は短くなり、コマはゆっくりそして進まなくなるが、その分高速で回転する。ここで重力の位置エネルギーが回転エネルギーとして蓄えられたことになる。コマが高速回転するようになった後、レールを狭めると、円錐コマは持ち上げられ、**b**は大きくなってコマの1回転で進む距離が増えるため、蓄えた回転エネルギーがコマの速度に変わり、速度 $v=b\omega$ により急加速して転がり進む。この転がり上の運動についても運動方程式をみると、上り方向への加速度は

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\sin \phi}{3a^2 + 10b^2} [-10b^2 g + 3a^2 b \omega^2] \quad , \quad (3)$$

と表される。このとき、コマは高速で回転しているため、2項目の回転速度 ω が大きい間は、回転はコマの加速へと使われる。つまり、急加速して駆け上がる。この動きについても、私たちが知る落下運動や投げ上げ運動とは異なる動きとして不思議さを感じる。これは、位置エネルギーと運動エネルギーに加え、回転エネルギーを含めた3つのエネルギーの移り変わりを感ずる玩具であり、ここで現れた、回転エネルギーとして蓄えることは、フライホイールの技術として様々な所で利用されているものである。

この玩具の操作によって、子どもたちはコマの動きに不思議さを感じると共に、コマを動かしている物理法則にふれ、コマの回転のエネルギーを実感し、エネルギーの移り変わりを知らずに体験することになる。

4. キャンプクラフト

主催：山梨大学山梨幼児野外教育研究会、第32回 幼児OBキャンプクラフト

テーマ：ゴムの力で不思議な生き物を飛ばそう

内容：ヒノキの玩具（カタパルトとシャトル）づくり

日時・参加人数：2013年8月5日、小学生キャンプ、10班（男女89名）

活動時間：9時00分～12時30分（午前中3.5時間）

場所：本栖湖青少年スポーツセンター

概要：



図20 カタパルトとシャトル

小学校低中学年児童を対象として、林間における野外教育のキャンプ・プログラム（半日のクラフト）として、ゴムチューブの反発力を利用して、もの（不思議な生き物）を飛ばすカタパルトの玩具をデザインの上、ワークショップとして実践した。（図20～図28）。複合的な遊びの要素として、今回は反発力・重力・摩擦等の物理的要因を持つカタパルト（発射装置）づくりと、もの（不思議な生き物）を遠くに飛ばすために、飛ばすものの空気抵抗を考えて工夫して創造的につくることを大きな目標にした。

まず、飛ばすものの構造を考えた。安全性と造形的な楽しさを考慮して、直径36mmのスーパーボールをビニールで包み込み、てるてる坊主型の不思議な生き物の設定とし、鋏でビニールシートを加工して、マーカーで着色する方法で制作することにした。次に、カタパルト（発射装置）は、直径6mmのゴムチューブの反発力を効果的に生かして、飛ばすものを勢いよく発射するとともに、可動部が発射後にブレーキのかかる構造を考えた。この、可動部のブレーキの構造は

本玩具の大きな特徴でありデザイン上の独創的な部分である。

今回は、前回の実践で初めて試みた、動作解析の説明の方法を改善した。すなわち、パワーポイントによる説明ページのプリントアウトを、昨年のA4からA3サイズに拡大して子ども達からの見やすさを改善した。また、動作解析だけではなく、よく飛ばすにはどうしたら良いかという目的にそって、3種類の試作サンプル（ゴムチューブを50cmとした標準型、木部本体とゴムチューブの長さを長くしたもの、ゴムチューブの取り付け角度を狭くしたもの）を用意し、飛ばす角度も変化させて実際に飛ばして見せて子ども達の、「どうしたら良く飛ぶか」という理解を促すことにした。また制作中に、プリントアウトしたファイルを自由に見る事ができるように設定して、子ども達の制作のヒントとなるようにした。制作中に、何人かの子ども達がそれを見て、自分の作品をどのようにつくるか考える様子が観察され、新たな教育的方法であることを確認した。次回からは同様の設定を考えたい。



図21 A3ファイルを見せて導入



図22 ノコギリの使用



図23 クリックドリルの使用



図24 玄翁の使用



図25 ゴムチューブの取り付け



図26 シャトルの制作



図27 完成した様々なシャトル



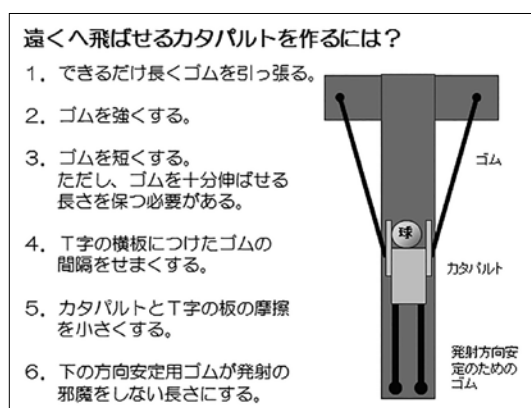
図28 的当て遊び

ゴムカタパルト玩具における物理的考察：

ここで本カタパルト玩具の動作の物理的解析を行う。

子どもたちは、自分の手で投げるよりも、もっと遠くへ、もっと勢いよくシャトルを投げられるカタパルトをつくり、何度も飛ばしてみ、カタパルトの最適化を行うことを経験する。物理的視点によるポイントは2つある。投げ出す玉の速度の大きさと投げ出す角度の調節である。ゴムカタパルトはゴムを引っ張って、ゴムの弾性力に蓄えたエネルギーを一気に開放させることで玉の速度を生み出す。つまり、伸ばしたゴムが縮もうとする力

（弾性力）をいかに大きくできるかということである。ゴムの強さ、本数、長さで調節し、ゴムの配置を選ぶことで、ゴムカタパルトを調整する（図29）。



調査結果：

次に、実践終了後のアンケート結果から報告する。（回収92名）参加者は1年生から6年生までの小学校全学年児童であった。

調査項目1.「この工作はおもしろかったですか」については、「Aとても面白かった」が63名、「B面白かった」が22名、「C普通だった」が4名、「Dあまり面白くなかった」が0名、「E面白くなかった」が0名であった。約68パーセントの参加者が「とても面白かった」と回答し、「面白かった」を含めると約92パーセントであった。否定的回答がなかったことから、今回のワークショップはほぼ受け入れられたと判断できる。また、「おもしろかったこと・おもしろくなかったこと」の記述の欄には次の記載があった。それぞれの記述の後に、学年・性別・2件以上の記述数を記載した。

面白かったこととして、「自分のをつくって楽しかった、こんな玩具をつくったことが楽しかった、できたときに嬉しかった（1年女、3年女、2年男、3年男）」「うまくできて嬉しかった（2年男2）」「完成品がよく飛んだこと、不思議な生き物を飛ばしたことが楽しかった、高く飛んで嬉しく楽しかった、つくって遊べたから楽しかった（3年男2、3年女3、4年男、4年女2、5年女、5年男4、6年女）」「最初は面白くないと思ったが面白かった（3年男）」「あまりこういう経験がないから面白かった（5年女）」「全部（1年男2、4年女、5年男）」「カタパルトが面白かった（1年男2、2年男）」「飛ぶとき、カタパルトから音が出ることが面白かった（4年男）」「他の人と協力してつくったことが面白かった（6年女）」「ゴムでいろいろしたこと（2年男）」「ゴムチューブを通すときに面白かった（2年男、4年男）」「シャトルが飛ぶとき回るのが面白かった（5年男）」「シャトルを工夫した（1年男）」「てるてる坊主、シャトルづくりが面白かった（1年女、2年女2、4年女2）」「シャトルのビニールに色をつけて絵を描いたことが楽しかった（1年男、2年男、2年女、3年女）」「シャトルを顔にしたこと（2年女）」「シャトルを雪だるまにしたこと（2年女）」「シャトルが飛んで跳ねるところが面白かった（2年男）」「ボンド・接着剤を付けるのが楽しかった（1年男2、4年男、5年男）」「ノコギリのできるのが面白かった、楽しかった、切り方を教えてもらって切れたこと（1年女3、2年男2、3年男、4年男、4年女2、5年男）」「金槌を叩くのが面白かった、釘を打つのが面白かった（1年男、1年女、2年男、2年女2、3年男、3年女、4年男2、4年女、5年男4）」「ドリルで穴をあけるのが楽しかった（1年男2、2年女2、5年男2）」「折尺で測ることが面白かった（5年男）」「使ったことのない道具が使って楽しかった（3年女2、5年男）」「遠くへ飛ぶか考えたことが面白かった（4年男）」

一方、面白くなかったこととして、「最後に飛ばなかったから（3年男）」「あまり飛ばなかった（4年男）」「ボンドで貼るのはあまり面白くなかった（5年男）」

テーマ・遊びに関するもの、シャトル制作に関するもの、道具使用に関するもの等学年、性別に関わらず楽しんだ様子がうかがえる。その他に、「自分で考えて調整できるのが面白かった」「遠くへ飛ぶか考えたことが面白かった（4年男）」という記載があり、今回の物理的解析の試みの成果の一つだと思われる。

調査項目2.「工作は難しかったですか」については、「Aとても難しかった」が27名、「Bまあまあ難しかった」が26名、「C普通だった」が20名、「Dまあ難しくなかった」が7名、「E簡単だった」が9名という結果であった。約58パーセントが難しかったと回答しておりやや数値は高い。

対象が1年生から5年生と幅が広いことを考慮してもやや難しい実践だったと判断ができる。どこが難しかったか検討し今後のテーマの内容を考えたい。

「むずかしかったこと」の記述欄には次の記載があった。「難しかったけれど面白かった(2年女)」「全部難しかった、大変だった(4年女2)」「飛ばすところが難しかった(1年男)」「自分で調整するのが難しかった(6年女)」「スーパーボールにリボンをつけるのが難しかった(5年男)」「分からないことがいっぱいあったから難しかった(2年男)」「持ち手を反対に取り付けて難しかった(3年男)」「釘を打つところが難しかった、少しずれて失敗したから、曲がったから(1年女2、2年男2、2年女2、3年男2、3年女2、4年男、4年女、5年男2)」「ノコギリが難しかった(2年女2、3年男2、4年男2、4年女、5年男2、5年女)」「穴をあけることは難しかった(2年男)」「長さを測ること、1センチ5ミリの位置を分けるのが難しかった(2年女、4年女)」「ゴムの取り付けが難しい(1年男、2年男2、4年男、5年男)」「工作、つくることがちょっと難しかった(1年女、2年男)」「ボンドの量、ボンドの使用が難しかった(1年男2、2年男、4年女、5年男2)」「ドリルで穴あけが難しかった(2年男、4年男)」「端と端を合わせてきちっとつくることが難しかった(2年男)」「中心を合わせて接着することが難しかった(6年女)」

一方、「かんたんだったこと」の記述欄には次の記載があった。「ちょうど良かった、今までの体験で普通にできた(1年男、5年男)」「全部簡単だった(5年男)」「釘打ちはよくできた、簡単だった(2年男、2年女、3年男、3年女、4年男、5年男、6年女)」「穴をあけるのは簡単だった(1年女、3年男3、6年女)」「ノコギリは簡単だった(3年女)」「ボンドは簡単(2年女、2年男、3年男、3年女2)」「つくことは簡単だった(2年男2)」

調査項目3.「またやりたいですか」には、「Aぜひやりたい」が65名、「Bまあまあやりたい」が8名、「Cやってもいい」は11名「Dあまりやりたくない」は4名、「Eもうやりたくない」が1名であった。否定的回答は5名いたが、ぜひやりたいは約70パーセント、「まあまあやりたい」を含めると約79パーセントであり、前年度の実践よりやや数値は低いが本ワークショップの意義は確認できた。

また、関連記述の「やりたいこと」欄には次の記載があり今後の参考にしたい。具体物のみ記載する。「船をつくりたい(1年男、5年男、3年男、3年女、4年男、5年男2、6年女)」「水関係の工作(6年女2)」「てるてる坊主をつくりたい(1年男)」「今日つくったのが楽しい(1年男)」「木を使って工作したい(1年男、4年女)」「恐竜をつくりたい(1年男)」「剣がつくりたい(1年男)」「カタパルトをつくりたい(2年男、5年男)」「人形、ぬいぐるみ(2年女3)」「動く遊ぶもの(3年男)」「プロペラ飛行機をつくりたい(2年男、3年男)」「何か飛ぶクラフトをつくりたい(5年男)」「もっと使ったことのない道具を使って工作したい(3年女)」「木で炭をつくってみたい(2年男)」「木でトンボをつくりたい(2年男)」「ゴムで人形を飛ばすのをまたやりたい(2年女、3年女、5年男)」「パチンコをつくりたい(4年男)」「ゲームをつくりたい(3年女)」「動く家をつくりたい(3年男)」「遊び道具をつくりたい(5年女)」「絵を描くもの(4年女)」「テントをつくりたい(5年男)」「貯金箱をつくりたい(2年男)」「ロケットをつくりたい(4年男)」「玩具に電気を入れてほしい(4年女)」

調査項目4.「感想や意見を自由に書いてください」には次の記載があった。「話の中でポイントを教えてくれたからうまくできた(3年男)」「思い出がいっぱいできました(1年男)」「楽

しかかったです (1年女、2年男6、2年女、4年男、5年女)」「クラフトは難しかったけれど楽しかった (1年男)」「てるてる坊主を飛ばして楽しかった (4年男)」「とても面白かった、すごく面白かった (2年男2、3年男2、5年男)」「難しいけど面白かった (4年男)」「パチンコみたいで面白かった (3年男)」「この工作が今までで一番面白い (5年男)」「これでかっこいいゴム鉄砲ができました (4年男)」「今度も楽しくやりたい、またやりたい (1年男、1年女)」「とても楽しかったので次もやってください (5年男)」「次のキャンプもよろしく願います (1年男)」「クラフトおじさんにまた来てほしいです、来年もきてください (3年女、4年男)」「とても楽しいクラフトを教えてくださいありがとうございました、ぜひ、ずっと大事にします (3年女2)」「家も山の近くなので工作をつくってみたい (2年男)」「難しくて少し大変だったけれどまたぜひやりたい、面白く楽しかった (2年女3、2年男、3年男、5年男、6年女)」「難しいところもあったけれど全部つくれてよかった」「楽しかった (3年男)」「もうちょっと簡単にしてほしい (4年男)」「ゴムを引っ張りながら結ばなくてはならず難しかった (3年女)」「失敗したところがあるのでもう一度つくって完成させたい (2年男)」「道具を使うのが超楽しい (5年男)」「金槌を打つのが難しかった (1年女)」「ノコギリの切り方を教えてもらい、今度は自分で切ってみたい (4年女)」「もうちょっとうまくなりたい (3年男)」「次は船をつくりたい (3年男、5年男)」「説明のファイルが少なかったので増やしてほしい (6年女)」「皆が楽しくできてよかったと思った (6年女)」「自分は、もっと教え合った方がいい (6年女)」「とても苦勞してつくったのもっと遊びたい (5年男)」「急がなかったけれど遊べてよかった (2年女)」「木でいろんな物をつくってみたい (3年女)」「水で飛ぶクラフトをつくりたい (5年男)」「あまり飛ばなかった (1年男)」

以上の4項目の回答結果の分布から見ると、「面白くて、まあまあ難しくて、ぜひまたやりたい」テーマだったとまとめることができよう。特に「ぜひまたやりたい」の比率が昨年同様に大きく、子どもたちの次への期待が窺われると共に、本ワークショップの狙いである、普段経験できないやや高度な内容に挑戦し、更なる意欲を引き出すという基本コンセプト・狙い所は達成できたと考えられる。特に「話の中でポイントを教えてくれたからうまくできた (3年男)」「説明のファイルが少なかったので増やしてほしい (6年女)」等の記述は、筆者の重要視している、今回2回目になる物理的な動作の説明等の方法に関した指摘だと考えられる。また、「自分は、もっと教え合った方がいい (6年女)」は今後の教育的展開を考える新たな視点になると思われる。総合的に、今回のクラフトは、子ども達にも一定の支持が得られたと考えられ、今後もこの方向を取り入れたいと考える。

5. キャンプクラフト

主催：山梨大学山梨幼児野外教育研究会、第34回 幼児キャンプ

テーマ：シーソー型カタバルトで不思議な生き物を飛ばそう

内容：スーパーボールをビニールシートで包み込んだ不思議な生き物をつくり、てこの原理で飛ばすヒノキの玩具づくり

日時・参加人数：2013年8月10日、幼児・小学1年生、6班(男女42名)

活動時間：9時00分～12時30分(午前中3.5時間)

場所：本栖湖青少年スポーツセンター

概要：

幼児・小学校低学年児童を対象とした野外教育におけるキャン



図30 シーソー型カタバルト5種類

プ・プログラムの一つとして、ヒノキの「シーソー型カタパルトで不思議な生き物を飛ばそう」（図30～図38）と題したワークショップを実践した。

スーパーボールをビニールで包み、てるてる坊主型の不思議な生き物を作製し、それを、てこの原理により、桧のシーソー型の発射装置の端部を手で叩き、その反動で放物線状に飛ばして遊ぶ玩具づくりを設定した。制作行程としては、本体部分に飛ばすものを留めおくヒノキ角材を鋸で切る、クリックドリルを用いて本体ベースに三角柱の支点を固定する場所を考えた上で木ネジの穴を開ける、ドライバーを使用して三角柱をネジ止めする、サンドペーパーで角を削る、切断した木片を本体端面にボンドで接着する、基本形を完成させた上で、木の枝の輪切り材や角材端材を飾りとして接着して完成させる。次に、生き物本体のデザインを考え、スーパーボールをビニールで包み、リボンを接着し、鋏でビニールを切りながら整形の上着色するという行程で完成させた。



図31 導入後の実験



図32 鋸の使用



図33 クリックドリルの使用



図34 シャトルの制作



図35 動作の確認



図36 飾りの材料



図37 飾り付けた作例



図38 試し飛ばし

シーソー型カタパルト玩具における物理的考察：

ここで、本玩具の動作に関する物理的考察を行っておく。

シーソー型カタパルトでは、てこの原理を利用して玉を投げ出す。ただし、小さな力を大きな力に変える「てこ」を逆に使って、小さな動きを大きな動きに変えることで勢いよく玉を発

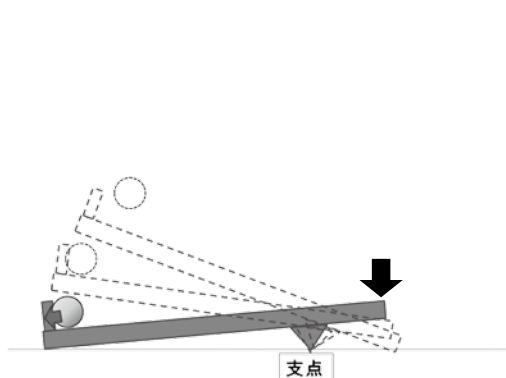


図39 シーソー型カタパルト

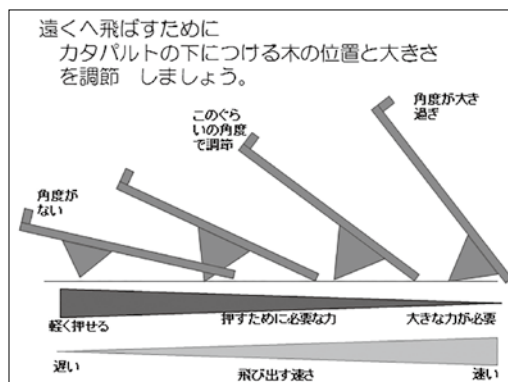


図40 シーソー型カタパルトの調節

射できる。調節する所は、支点となる木の位置と大きさとなる。ゴムカタパルトと同様に投げ出す角度は重要になる。玉を投げるのであれば、放物運動より、角度は45度あたりが最も遠くへ飛ばせる。しかし今回は、ボールをビニール等にくるみ、空気抵抗のあるシャトルを投げ出すので、条件が複雑となる。空気抵抗が大きければ水平方向へは減速し、ある地点でほぼ垂直に落下する。つまり、より遠くへ投げるためには、水平方向の初速度を十分に保ちつつ上方へと投げ出す必要があり、その最適な角度は45度よりも小さくなる。自分の作ったシャトルの空気抵抗を小さくして、投げ出す角度は50度くらいにするか、落下の仕方のおもしろさを優先して空気抵抗のあるシャトルを、発射角度を小さくして発射するかを自分たちで考え、何度も投げてみて最適な角度とシャトルの形状を決めることを行う。ここで子どもたちは、空気抵抗のある物体の放物運動を何度も繰り返し、物理法則を感じながらトライアンドエラーの作業をすることになる。

今回は幼児に対して、先に解説した物理的原理をどのように伝えられるか検討した。昨年度は、カルマン渦による音の出るクラフトを実践したが、幼児にその原理を伝えることは無理だと判断し、幼児を対象とした場合は、驚きを伴う楽しい実体験そのものを重視するという方向性を明確にした。しかし、今回のクラフトは、シーソー型の発射装置の支点の位置により、飛ばす物がよく飛ぶ場合と飛ばない場合がある。よって、図示する他に、条件を変えた5種類の試作モデルを提示し、飛ばすものをカタパルトに乗せて実際に飛ばして見せる方法をとった。提示したモデルは、支点となる三角柱を、本体のほぼ中央に固定するものを標準として、少しずつ板の端面に向かってずらしたものの3種類、そして標準型の板に、端面に付ける板を省略したものの合計5種類のモデルを用意した。実際に試作し、様々な位置に支点を移動して飛ばしてみたところ、叩く力を標準的に一定にした場合は、支点を中央よりやや力点側に移動したものが、遠心力が大きくなりよく飛ぶことが分かった。更に大きな力で叩くことが可能な場合は、支点を力点に更に近づけると遠心力がより大きくなりよく飛ぶ。しかし、実際にやってみると、大きな力で力点を叩く事は幼児には難しいこと、また叩いた後のカタパルトの本体が不安定的に揺動し場合によっては倒れ、必ずしも良く飛ばない場合があることが分かった。また、幼児が自ら試作モデルで実際に試して、どのモデルを参考にするか実感できる設定にした。幾つかの班では、カウンセラーが一人一人の幼児に、モデルを使って飛ばさせて、自分でよく飛ばすにはどのようにするか考えさせる状況が観察された。見せることと実際にやってみるにより、幼児なりのある程度の理解は得られたのではないかと考えられるが、幼児レベルの直感的な、こうすれば飛ぶという理解がどの程度得られたかは必ずしも明確なデータが得られた訳ではない。そこで、各班のキャンプカウンセラーを対象に、指導する側からの実感を調査した。

調査結果：

今回は、子ども達の負担を考慮し、男女2名のカウンセラー（5班、実数12）に各班の子ども達に各質問をして、彼らの状況を判断して調査用紙に記入してもらった。よって、データとして数量的には処理できないので、子どもの概況を把握するに止めることにする。

調査項目1.「担当している班の子ども達にとって、今回の工作は面白かったと思いますか(子どもたちに聞いてください)」については、「Aとても面白かった」が実数5、「B面白かった」が実数7、「C普通だった」が実数0、「Dあまり面白くなかった」が実数0、「E面白くなかった」が実数0であった。否定的回答はなく、全て肯定的に捉えている。「面白かったこと・面白く

なかったこと (複数回答)」の記載欄には、数値の多かった順に、面白かったこととして、「遊んだこと、飛ばしたこと (実数5)」「飛ばすのが面白かった、楽しかった (実数2)」「全部 (実数2)」「たくさん飾り付けたこと (実数2)」「ボールにリボンをつけたこと (実数2)」「てるてる坊主をきれいにつくったこと」「怖いのが可愛いのが、宇宙人みたいなのがいっぱい楽しかった」「みんな同じでないオリジナルの飾りができた」「飾りを工夫してリボンで触角にした」「いろんな色の材料 (リボン、ビニール) があったこと」「リボンが蛇みたい」「工具を使って自分でおもちゃをつくったこと」「ノコギリ」が上げられた。

テーマとした、物を飛ばす玩具づくりはダイナミックな遊びができ興味を引いたと思われるが、面白かったこととして、「飾り付け」が予想以上に実数が多かった。特に、今回は木の枝の輪切りやヒノキの端材、細い角材等の他に、カラフルなりボンやビニールを用意した。これらの素材が予想以上に幼児の創造意欲を喚起したようで、幼児を対象としたものづくりの場でも飾り付けや色を意識した活動はやはり、基本的な造形活動として重要だと実感した。また、工具を使うことへの興味も示されている点、全部楽しかったという回答もあることから、ヒノキを中心としてカラフルな他素材も用意することにより、幼児レベルで、自分でつくって遊んで楽しかったという原体験にすることが可能だと実感した。

調査項目2.「担当している子どもたちにとって、今回の工作は難しかったと思いますか」については、「Aとても難しかった」が0名、「Bまあまあ難しかった」が6名、「C普通だった」が0名、「Dあま難しくなかった」が3名、「E簡単だった」が2名、無記1名という結果であった。難しかった記述として「うまく良く飛ばすのは難しい、うまく飛ばす力や場所の加減が難しい (実数4)」「ノコギリが難しかった」「穴あけが難しかった (実数3)」「ネジが曲がって難しかった (実数2)」「いろんな手順が難しかった」「道具の使い方を教えなくてはならないから大変だった (カウンセラーが使い方を指導した)」「初めての物が多かったので難しかった」があげられた。また簡単だった内容の記述は、「つくるだけなら簡単、作業は簡単 (実数3)」「家でやったことがあるから簡単だった (実数2)」「思った以上にノコギリはうまく使えた」「ビニールで包むのは簡単」があげられた。

以上の意見を総合的に判断すると、つくる作業は難しくはなかったが、シーソー部の端の叩き加減や、飛ばす物を安定して置く場所等を調整して、本当にうまく飛ばすのは難しかったと言えよう。その難しさの例として、一番飛ぶように支点を一番端に設定したため、不安定になり飛ばしにくくなったことがあげられていた。また、カウンセラーは、一人一人の幼児に直接的に道具の指導をする必要があり、指導は簡単ではないことがあげられた。

今回のクラフトは、ネジ止めにより支点の位置を制作後にも変更可能なようにしていた。しかし、時間的に変更は難しかったため、幼児の最初の判断によってはうまく飛ばすことが難しいケースが出てきたと考えられる。全体としては、本ワークショップの狙い所の、やや難しい内容こそが遊びの面白さに繋がることになると考えるが、幼児にとって難し過ぎないテーマ設定が必要だと考える。総合的にみて、指導の負担がやや大きかったと思われるカウンセラーにも、今回のクラフトはほぼ受け入れられたのではないかと判断する。

調査項目3.「今回の工作において、指導した過程で、工夫した点があったら書いてください」については、「飾り付けをするように促した」「とりあえずできる作業からできるようにした」「ノコギリの使い方の指導で、目印の付けさせ方」「ノコギリの使用時に回りに近づかない

安全指導」「作り方が分からない、やっというとわれても自分でやらせた」「失敗させても、子ども主体でやらせた」「最初に、どれがよく飛ぶかしっかり試したことで、どれがよく飛ぶか分かったようだ」「とにかく、危険なこと以外自分でやらせるよう心がけた」「最初はうまくできなくても、穴をあける所を何回も考えさせてみた」「木の枝を拾って飾りにしてみたり意識させるようにした」「切る角材を2分して2カ所で同時に切るようにした」という記述があった。

以上の内容から、それぞれのカウンセラーが教育的に子どもに関わろうとする姿を窺うことができ、今後も作業上の安全性を重視しつつ、それぞれの指導者としての考え方を尊重したいと考える。

調査項目4.「感想や気づいたこと、自由意見を書いてください」には、「子どもはとっても楽しんでいた」「ドライバーでのネジ止めの最後が固く自分でできる子がいなかったのそこだけ手を出した」「子どもの技術にびったりの楽しいクラフトで、子どもも満足していました」「子どもが楽しんだことが何よりです」「自然の中で行うことも子どもたちにとってまた違った良い経験になったと思います」「てこの原理を分かっていないので、なぜ半分より後ろに支点を置くと飛ぶのかは分かっていないと思います。それでもみんな楽しそうに飛ばす練習をしていました」「ヒノキが1400年保つとは私自身驚きました」「説明時のサンプルが小さかったように思います」「カウンセラーもとても楽しかったです(実数2)」「ありがとうございました(実数4)」「自分たちで絵を描いたり、リボンの長さを考えたりと楽しそうに作業していた」「最初の説明をちゃんと聞けていて、ノコギリを使う姿勢を思い出しながらできていた」「簡単にでき、飾りの工夫も色々でき面白かった」「飛ばす勘所がつかめない子どもが苦労していました」という記述があげられた。

肯定的な感想が多い中で、てこの原理は分かっていないという指摘は重要であろう。

結語

昨年度と同様に、物理的解析の内容を玩具づくりワークショップに取り入れる教材開発を行ったが、今年度は2つの新たな展開を行うことができた。

1つは、小学生を対象としたワークショップにおいて、パワーポイントによる物理的玩具動作の説明図をA3に拡大すると共に、構造的条件を変えた試作サンプルを3種類使って、子どもたちの目の前で実演した。これにより、平面的理解を超えた直接的な実感を得る方法を試すことができ、より子ども達自身の、つくる上での理解度が大きくなったと考える。

2つ目は、前年度の幼児を対象とした玩具づくりにおいて、幼児には物理的解析は無理があると結論付け、それよりインパクトのある玩具動作の面白さを直接体験することの意義を重視する方向性を明確にした。しかし今年度の実践では理論的理解ではなく、構造の条件を変えた実物サンプルを使って、目の前で実演することにより直感的にうまく動作させる方法を考えさせる展開を試すことができた。今回の場合、支点の位置を変えた、どのカタパルトがよく飛ぶか考えてすぐ制作に応用する方法を実践できた。子ども自身の力で、構造の違いを判断して一番飛ぶ構造を選択するためには、力点を均一な力で叩くことが難しい等、幾つかの問題は残しているが、自ら実験を通して、つくる構造を選択して工夫してつくる実体験になったと考える。ただし今回の、てこの原理そのものの理解は、幼児の発達段階から無理だと判断する。原理を

理解する前に、動作・現象の違いを体感したという点で意義があったのではないかと考えている。また、各ワークショップにおける参加者を対象としたアンケート調査では、総合的に肯定的評価が得られた。それらの結果を参考に、より教育効果が高くインパクトのある遊びの原体験になる玩具デザインを展開したい。

本論は、平成25年度科学研究費補助金基盤研究Cにおける研究「物理的解析を組み入れた玩具づくりワークショップ・プログラム及び玩具デザイン開発」の成果の一部を含んでいる。最後に、山梨大学川村協平教授、山田英美山梨大学名誉教授、キャンプカウンセラー諸氏、名古屋市瑞穂児童館・名古屋市瑞穂保健所関係者、名古屋女子大学造形・算数はてなゼミナール学生、参加幼児・小学生その他協力いただいた方々に深謝いたします。

注

- 1) 拙稿(共)、「ものづくりワークショップの実践的研究(Ⅸ)―数学的・物理的要因を組み込んだワークショップ展開2―」、名古屋女子大学紀要、人文・社会編第59号、2013、pp99～112
- 2) 吉川直志、「動物ごまの解析、ゴムカタバルトの解析、シーソー型カタバルトの解析」レポート、2013